

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-265293

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl.

H04J 11/00  
H04L 27/18

(21)Application number : 07-063869

(71)Applicant : TOSHIBA CORP  
TOSHIBA AVE CORP

(22)Date of filing : 23.03.1995

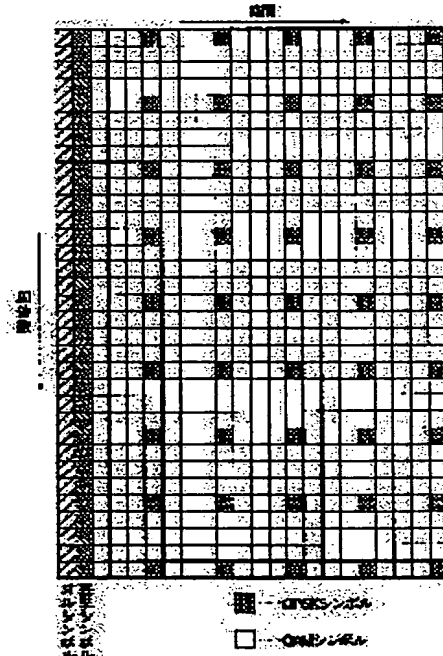
(72)Inventor : SEKI TAKASHI  
TAGA NOBORU  
OKITA SHIGERU  
ISHIKAWA TATSUYA

## (54) QUADRATURE FREQUENCY DIVISION MULTIPLEX TRANSMISSION SYSTEM AND TRANSMITTER AND RECEIVER THEREFOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To surely demodulate a multilevel modulation symbol on a reception side even at the time of receiving the influence of phading, to reduce the transmission amount of reference data and to improve data transmission efficiency.

**CONSTITUTION:** At the time of generating and transmitting an OFDM transmission frame in this transmitter, a null symbol and a reference symbol are arranged only in the leading part of the frame, QPSK symbols are arranged in a fixed interval respectively in a time direction and a frequency direction in an information symbol data area and transmission is performed. On the other hand, in this receiver, the amplitude error and phase error of respective carriers are detected by the reference symbol arranged in the leading part of the transmission frame, the amplitude fluctuation and phase fluctuation of reception waves are detected by the respective QPSK symbols and the amplitude error and the phase error of the respective carriers detected by the reference symbol are corrected based on the detected result. Then, based on the corrected amplitude error signals and phase error signals, demodulation symbol data are equalized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3145003

[Date of registration]

05.01.2001

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-265293

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 J 11/00			H 0 4 J 11/00	Z
H 0 4 L 27/18			H 0 4 L 27/18	Z

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平7-63869

(22) 出願日 平成7年(1995)3月23日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 000221029

東芝エー・ブイ・イー株式会社

東京都港区新橋3丁目3番9号

(72) 発明者 関 隆史

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝マルチメディア技術研究所内

(72) 発明者 多賀 昇

東京都港区新橋3丁目3番9号 東芝エ

ー・ブイ・イー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

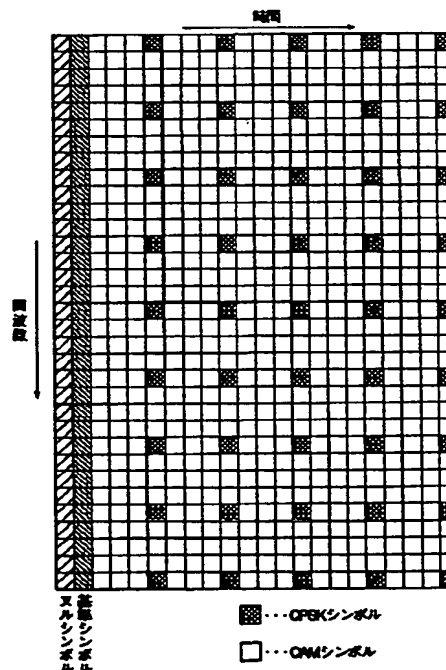
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直交周波数分割多重伝送方式とその送信装置および受信装置

(57) 【要約】

【目的】 フェージングの影響を受けても受信側で多値変調シンボルを確実に復調でき、しかも基準データの伝送量を減らしてデータ伝送効率の向上を図る。

【構成】 送信装置において、OFDM伝送フレームを生成して送信する際に、フレームの先頭部分にのみヌルシンボルおよび基準シンボルを配置し、情報シンボルデータ領域には時間方向および周波数方向にそれぞれ一定の間隔でQPSKシンボルを配置して送信する。一方受信装置においては、上記伝送フレームの先頭部分に配置された基準シンボルにより各キャリアの振幅誤差および位相誤差を検出し、かつ各QPSKシンボルにより受信波の振幅変動および位相変動を検出してその検出結果を基に上記基準シンボルにより検出された各キャリアの振幅誤差および位相誤差を補正して、この補正した振幅誤差信号および位相誤差信号を基に、復調シンボルデータを等化するようにしたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信側から受信側へ直交周波数分割多重変調方式を使用して情報を無線伝送する直交周波数分割多重伝送方式において、

前記送信側は、時間方向および周波数方向に複数のスロットを二次元的に配置してなる伝送フレームを構成し、この伝送フレームの限定された所定のスロットに基準シンボルを挿入して送信するとともに、その他のスロットに少なくともPSK変調方式を含む複数のディジタル変調方式により変調された複数の情報シンボルを前記各ディジタル変調方式に応じて予め定めた位置関係で挿入して送信し、

一方前記受信側は、受信した伝送フレーム中の前記PSKシンボルを基に受信信号の振幅および位相の変動を検出して、この検出結果を基に前記伝送フレーム中の基準シンボルを補正し、この補正した基準シンボルを基に情報シンボルを復調することを特徴とする直交周波数分割多重伝送方式。

【請求項2】 送信側は、PSK変調方式により変調されたPSK情報シンボルを、時間方向および周波数方向とも位置が一定の間隔で予め固定的に定められたスロットに間欠的に挿入して送信することを特徴とする請求項1記載の直交周波数分割多重伝送方式。

【請求項3】 送信側は、PSK変調方式により変調されたPSK情報シンボルを、時間方向については位置が一定の間隔で予め固定的に定められかつ周波数方向については位置が時間に応じて変化するように定められたスロットに間欠的に挿入して送信することを特徴とする請求項1記載の直交周波数分割多重伝送方式。

【請求項4】 送信側は、PSK変調方式により変調されたPSK情報シンボルを、周波数方向に対しては位置が一定の間隔で予め固定的に定められ一方時間方向に対しては周波数に応じて位置が変化するように定められたスロットに間欠的に挿入して送信することを特徴とする請求項1記載の直交周波数分割多重伝送方式。

【請求項5】 送信側は、PSK変調方式により変調されたPSK情報シンボルを、所定の周波数位置において時間方向に連続して送信することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の直交周波数分割多重伝送方式。

【請求項6】 送信側は、PSK変調方式により変調されたPSK情報シンボルを、基準シンボルを基準に差動符号化して送信することを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の直交周波数分割多重伝送方式。

【請求項7】 送信装置から受信装置へ直交周波数分割多重変調方式を使用して情報を無線伝送する伝送システムで使用される前記送信装置において、時間方向および周波数方向に複数のスロットを二次元的に配置してなる伝送フレームを構成して、この伝送フレームの限定された所定のスロットに基準シンボルを挿入

するとともに、その他のスロットに少なくともPSK変調方式を含む複数のディジタル変調方式により変調された複数の情報シンボルを前記各ディジタル変調方式に応じて予め定めた位置関係で挿入するべく、前記基準シンボルおよび前記変調された複数の情報シンボルを多重化するための多重化手段と、

この多重化手段により構成された伝送フレームを直交周波数分割多重変調するための直交周波数分割多重変調手段と、

10 この直交周波数分割多重変調手段の出力信号を直交変調して送信するための送信手段とを具備したことを特徴とする送信装置。

【請求項8】 前記多重化手段と直交周波数分割多重変調手段との間に差動符号化手段を設け、この差動符号化手段により前記多重化手段により構成された伝送フレーム中のPSKシンボルを差動符号化することを特徴とする請求項7記載の送信装置。

【請求項9】 送信装置から受信装置へ、所定のスロットに基準シンボルが挿入されかつ情報シンボル挿入領域に複数のPSKシンボルが間欠的に挿入された伝送フレームを、複数の搬送波を使用して直交周波数分割多重変調して無線伝送する伝送システムで使用される前記受信装置において、

直交周波数分割多重変調波信号を受信して直交復調するための受信手段と、

この受信手段から出力された直交復調信号を直交周波数分割多重復調するための直交周波数分割多重復調手段と、

30 この直交周波数分割多重復調手段から出力された復調信号中の前記基準シンボルを基に前記複数の搬送波の振幅誤差および位相誤差をそれぞれ検出するための誤差検出手段と、

前記直交周波数分割多重復調手段から出力された復調信号中の前記PSKシンボルを基に受信信号の振幅変動および位相変動を検出するための変動検出手段と、

前記誤差検出手段により検出された各搬送波の振幅誤差および位相誤差と、前記変動検出手段により検出された受信信号の振幅変動および位相変動とに基づいて、補正情報を生成するための補正情報生成手段と、

40 この補正情報生成手段により生成された補正情報に基づいて、前記直交周波数分割多重復調手段から出力された復調信号の情報シンボルの振幅および位相を補正するための等化手段とを具備したことを特徴とする受信装置。

【請求項10】 前記変動検出手段は、前記直交周波数分割多重復調手段から出力された復調信号中の前記PSKシンボルを基に受信信号の振幅変動および位相変動を検出する手段と、この手段による検出結果に基づいて、前記復調信号中の前記PSKシンボル以外の情報シンボルが挿入された領域の振幅変動および位相変動を補間する補間手段とを有することを特徴とする請求項9記載の

送信装置。

【請求項11】 前記変動検出手段により検出された位相変動量を平均して周波数制御信号を生成し、この周波数制御信号を前記受信手段の直交復調手段に供給して再生搬送波周波数を制御する周波数制御手段を備えたことを特徴とする請求項9または10記載の受信装置。

【請求項12】 送信装置から受信装置へ、情報シンボル挿入領域に複数のPSKシンボルが間欠的に挿入されかつこれらのPSKシンボルが差動符号化された伝送フレームを直交周波数分割多重変調して無線伝送する伝送システムで使用される前記受信装置において、

直交周波数分割多重変調波信号を受信して直交復調するための受信手段と、

この受信手段から出力された直交復調信号を直交周波数分割多重復調するための直交周波数分割多重復調手段と、

この直交周波数分割多重復調手段から出力された復調信号中のPSKシンボルを遅延検波により復調するための遅延検波手段とを具備したことを特徴とする受信装置。

【請求項13】 前記遅延検波手段により復調されたPSKシンボルを基に受信信号の周波数変動を検出するための周波数変動検出手段と、

この周波数変動検出手段により検出された周波数変動量を平均して周波数制御信号を生成し、この周波数制御信号を前記受信手段の直交復調手段に供給して再生搬送波周波数を制御する周波数制御手段を備えたことを特徴とする請求項12記載の受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、直交周波数分割多重（以後OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplex と称する）伝送方式を採用した無線伝送システムに係わり、特に移動通信システムで使用する場合に好適な直交周波数分割多重伝送方式とその送信装置および受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、音声信号および映像信号の伝送においては、デジタル変調方式の開発が盛んである。その中で、デジタル地上放送においては、マルチパス妨害に強くまた周波数利用率の高い直交周波数分割多重（OFDM）変調方式が注目されている。OFDM変調方式は、伝送デジタルデータを互いに直交する多数（数百から数千）の搬送波（以後キャリアと称する）でそれぞれ変調する方式であり、その詳細は文献「OFDMを用いた移動体デジタル音声放送」（NHK発行、VIEW 1993年5月）などに述べられている。

【0003】 OFDM変調方式を用いたデジタル音声放送では、各キャリアがそれぞれ差動QPSK方式で変調される。差動QPSK方式は、シンボル間の位相差にデータを対応させて伝送するものであり、受信側では遅

延検波方式によりデータを復調することができる。したがって、復調器の構成が同期検波方式に比べて簡単になるという利点がある。

【0004】 また、差動QPSK方式は移動体通信システムにも適した変調方式である。移動体通信システムの受信装置においては、伝送路上で発生するフェージング等の影響により受信波の包絡線および位相の変動が生じる。しかし、差動QPSK方式はシンボル間の位相差によりデータを復調するので、フェージングによる受信波の変動の影響が少なく、安定してデータを受信することができる。

【0005】 一方、OFDM変調方式をデジタルテレビジョン放送に使用する場合、伝送レートを上げるために各キャリアの変調方式を多値化する必要がある。OFDM変調方式を用いたデジタルテレビジョン放送の場合、一般に各キャリアの変調方式として多値QAM方式が用いられる。しかし、多値QAM方式の場合、先に述べたような差動変調を行なうことができないので、多値QAM変調波を復調するためには受信側で各キャリアの振幅および位相を求める必要がある。このため、振幅および位相が既知の基準シンボルを周期的に送信し、これを用いて多値QAMシンボルを復調する方法が提案されている。

【0006】 図15は、従来のOFDM伝送方式の一例を示す図であり、文献「多値OFDMを用いた地上系デジタル放送用変調方式の検討」（1992年NHK技研公開資料 P28-36）に記載されたものである。この例ではOFDMのキャリア数は448であり、OFDMシンボル毎に448個のデータの1/8は振幅および位相が既知の基準データである。基準データ以外の有効データは16QAMシンボルとして伝送される。また、OFDMシンボル毎に基準データを伝送するキャリアの位置を変えているので、1つのキャリアについてみると8シンボルに1回基準データが伝送される。かくして複数のOFDMシンボルにより伝送フレームが構成され、予め決められた位置に基準データが送信される。受信側では、フレーム同期を再生することにより基準データを受信し、これを基準にして16QAMシンボルの復調を行なう。

【0007】 基準データの送信間隔は、フェージング等による受信波の変動を考慮して決定される。都市部などにおける移動体受信の場合、様々な方向から到来する多数の電波が互いに干渉するために、受信波の包絡線および位相はランダムに変動する。この包絡線および位相の変動は、それぞれレイリー分布と一様分布とに従う。このようなレイリー伝送路において、受信波は時間的および周波数的に変動するが、ある時間幅および周波数幅ではほぼ一定と見做せる。これらは、それぞれコヒーレンス時間およびコヒーレンス帯域幅と呼ばれる。図15において、基準データの送信間隔は、伝送路のコヒーレン

ス時間よりも十分小さくする必要がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、以上のような従来のOFDM伝送方式では、基準データを伝送することによりデータ伝送効率が低下するという問題点があった。例えば図15の例では、各キャリアについて8シンボルに1回基準データを伝送しているため、伝送効率は7/8に低下してしまう。

【0009】本発明は上記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、フェージング等の影響を受けても受信側で多値変調シンボルを確実に復調でき、しかも基準データの伝送量を低減してデータ伝送効率の向上を図ることができる、移動通信システムに好適な直交周波数分割多重伝送方式とその送信装置および受信装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の直交周波数分割多重伝送方式は、送信側において、時間方向および周波数方向に複数のスロットを二次元的に配置してなる伝送フレームを構成し、この伝送フレームの限定された所定のスロットに基準シンボルを挿入して送信するとともに、その他のスロットに少なくともPSK変調方式を含む複数のディジタル変調方式により変調された複数の情報シンボルを前記各ディジタル変調方式に応じて予め定めた位置関係で挿入して送信し、一方受信側において、受信した伝送フレーム中の前記PSKシンボルを基に受信信号の振幅および位相の変動を検出して、この検出結果を基に前記伝送フレーム中の基準シンボルを補正し、この補正した基準シンボルを基に情報シンボルを復調するようにしたものである。

【0011】また本発明の直交周波数分割多重伝送方式は、PSK変調方式により変調されたPSK情報シンボルの送信方式として、次の各種方式を採用することをそれぞれ特徴としている。

【0012】すなわち、その第1の方式は、時間方向および周波数方向とも位置が一定の間隔で予め固定的に定められたスロットにPSK情報シンボルを挿入して送信するものである。

【0013】第2の方式は、時間方向については位置が一定の間隔で予め固定的に定められかつ周波数方向については位置が時間に応じて変化するように定められたスロットに、PSK情報シンボルを挿入して送信するものである。

【0014】第3の方式は、周波数方向に対しては位置が一定の間隔で予め固定的に定められ一方時間方向に対しては周波数に応じて位置が変化するように定められたスロットに、PSK情報シンボルを挿入して送信するものである。

【0015】第4の方式は、PSK情報シンボルを所定の周波数位置においては時間方向に連続して送信するも

のである。第5の方式は、PSK情報シンボルを、基準シンボルを基準に差動符号化して送信するものである。

【0016】一方、上記目的を達成するために本発明の送信装置は、多重化手段において、時間方向および周波数方向に複数のスロットを二次元的に配置してなる伝送フレームを構成して、この伝送フレームの限定された所定のスロットに基準シンボルを挿入するとともに、その他のスロットに少なくともPSK変調方式を含む複数のディジタル変調方式により変調された複数の情報シンボルを前記各ディジタル変調方式に応じて予め定めた位置関係で挿入するべく、前記基準シンボルおよび前記変調された複数の情報シンボルを多重化し、この多重化により構成された伝送フレームを直交周波数分割多重変調したのち、直交変調して送信するようにしたものである。

【0017】また本発明の送信装置は、前記多重化手段と直交周波数分割多重変調手段との間に差動符号化手段を設け、この差動符号化手段により前記多重化手段により構成された伝送フレーム中のPSKシンボルを差動符号化することを特徴とする。

【0018】さらに上記目的を達成するために本発明の受信装置は、直交周波数分割多重復調された復調信号中の基準シンボルを基に前記複数の搬送波の振幅誤差および位相誤差をそれぞれ検出するための誤差検出手段と、上記復調信号中のPSKシンボルを基に受信信号の振幅変動および位相変動を検出するための変動検出手段と、これらの検出手段による各検出結果に基づいて補正情報を生成するための補正情報生成手段とを備え、この補正情報生成手段により生成された補正情報に基づいて、上記復調信号の情報シンボルの振幅および位相を等化することにより補正するようにしたものである。

【0019】また本発明は受信装置は、前記変動検出手段に、前記直交周波数分割多重復調手段から出力された復調信号中の前記PSKシンボルを基に受信信号の振幅変動および位相変動を検出する手段と、この手段による検出結果に基づいて、前記復調信号中の前記PSKシンボル以外の情報シンボルが挿入された領域の振幅変動および位相変動を補間する補間手段とを備えることを特徴としている。

【0020】さらに本発明の受信装置は、直交復調用の再生搬送波周波数を制御するための周波数制御手段を追加して設け、この周波数制御手段において、変動検出手段により検出された位相変動量を平均して周波数制御信号を生成し、この周波数制御信号を前記受信手段の直交復調手段に供給して再生搬送波周波数を制御することも特徴としている。

【0021】さらに本発明は、送信装置から受信装置へ、情報シンボル挿入領域に複数のPSKシンボルが間欠的に挿入されかつこれらのPSKシンボルが差動符号化された伝送フレームを、直交周波数分割多重変調して無線伝送する伝送システムで使用される前記受信装置に

において、直交周波数分割多重変調波信号を受信して直交復調するための受信手段と、この受信手段から出力された直交復調信号を直交周波数分割多重復調するための直交周波数分割多重復調手段と、遅延検波手段とを備え、この遅延検波手段により、上記直交周波数分割多重復調手段から出力された復調信号中のPSKシンボルを遅延検波により復調するようにしたものである。

【0022】また本発明の受信装置は、上記受信手段、直交周波数分割多重復調手段および遅延検波手段に加えて、前記遅延検波手段により復調されたPSKシンボルを基に受信信号の周波数変動を検出するための周波数変動検出手段と、周波数制御手段とを備え、この周波数制御手段により、上記周波数変動検出手段で検出された周波数変動量を平均して周波数制御信号を生成し、この周波数制御信号を前記受信手段の直交復調手段に供給して再生搬送波周波数を制御することを特徴としている。

【0023】

【作用】この結果本発明の直交周波数分割多重伝送方式によれば、受信側ではPSKシンボルを基に受信波の振幅変動および位相変動が検出され、その検出結果を基に基準シンボルにより検出された各搬送波の振幅誤差および位相誤差が補正されて、この補正した振幅誤差信号および位相誤差信号を基に復調シンボルデータの等化が行なわれる。したがって、伝送フレームの情報シンボル領域中には基準シンボルを何ら挿入しなくても、フェージングによる復調シンボルの振幅変動および位相変動を確実に等化して、情報シンボルを正確に再生することができる。このため、伝送フレームの情報シンボル領域のすべてを情報伝送のために使用することが可能となり、これにより情報伝送効率を高めることができる。

【0024】すなわち、移動通信システムのようにフェージングが発生する伝送路を使用する場合でも、高品質でかつ伝送効率の高い情報伝送を実現することができる。また、上記PSKシンボルを送信する際に、時間方向および周波数方向とも位置が一定の間隔で予め固定的に定められたスロットにPSK情報シンボルを挿入して送信するようにすれば、PSKシンボルの多重化制御を簡単に行なうことができる。

【0025】さらに、上記PSKシンボルを送信する際に、時間方向については位置が一定の間隔で予め固定的に定められかつ周波数方向については位置が時間に応じて変化するように定められたスロットに、PSK情報シンボルを挿入して送信するようにすれば、1つの搬送波についてみたときのPSKシンボル数は少なくなるが、全ての搬送波でPSKシンボルが伝送される。したがって、伝送路特性の変動が時間方向に小さく周波数方向に大きい場合に、伝送路特性の変動を良好に検出することができる。

【0026】これに対し、周波数方向に対しては位置が一定の間隔で予め固定的に定められ一方時間方向に対し

ては周波数に応じて位置が変化するように定められたスロットにPSK情報シンボルを挿入して送信するようにすれば、1つの時間スロットあたりのPSKシンボル数は少なくなるが、全ての時間スロットでPSKシンボルが伝送される。したがって、伝送路特性の変動が周波数方向に小さく時間方向に大きい場合に、伝送路特性の変動を良好に検出することができる。

【0027】また、PSK情報シンボルを所定の周波数位置において時間方向に連続して送信すると、受信側では所定の搬送波においてPSKシンボルの時間的な変化を連続して検出することができる。このため、すべての搬送波においてPSKシンボルを間欠的に送信する場合に比べて、伝送路特性の変動を正確に検出することが可能となる。また、受信側において再生搬送波の周波数誤差がある場合、一定の搬送波で時間方向にみたときに復調出力の位相回転が生じる。したがって、所定の搬送波でPSKシンボルを連続的に伝送することにより、再生搬送波の周波数誤差をさらに正確に検出することが可能となる。

【0028】さらに、PSK情報シンボルを、基準シンボルを基準に差動符号化して送信することにより、受信側ではPSKシンボルを遅延検波器を用いて復調することが可能となり、これにより受信装置の構成が簡単になる。また、差動PSK方式を使用することで、フェージングの影響を受け難くなり、これにより受信装置ではより一層安定なデータ復調が可能となる。

【0029】一方、本発明の送信装置によれば、多重化手段を用いることで、伝送フレームのスロットに基準シンボルと少なくともPSKシンボルを有する情報シンボルとをそれぞれ適宜配置したOFDMフレームを作成して送信することができる。

【0030】さらにPSKシンボルを差動符号化して送信することにより、PSKシンボルの復調を遅延検波により行なうことができ、これにより受信装置の構成を簡単化することができる。

【0031】さらに本発明の受信装置によれば、受信伝送フレームの情報シンボル領域中に挿入された複数のPSKシンボルにより受信波の振幅変動および位相変動が検出され、この検出結果を基に基準シンボルにより検出された各搬送波の振幅誤差および位相誤差が補正されて、復調シンボルの等化が行なわれる。このため、伝送フレーム中に多くの基準シンボルが挿入されていなくても、フェージングによる振幅変動および位相変動を正確に補正することができる。

【0032】また本発明の受信装置では、復調信号中に間欠的に挿入されているPSKシンボルにより受信波の振幅変動および位相変動が検出されると、これらの検出結果を基に、復調信号中のPSKシンボル以外の情報シンボルが挿入された領域の振幅変動および位相変動が補間される。そして、この補間された振幅変動および位相

変動の情報を基に、情報シンボルが等化される。したがって、すべての情報シンボルについて最適な等化を行なうことが可能となる。

【0033】さらに本発明の受信装置によれば、復調PSKシンボルより位相変動あるいは周波数誤差が検出され、これらの検出値が平均化されて、その出力により直交復調手段で使用する再生搬送波周波数が可変制御される。このため、再生搬送波のより正確な周波数同期が達成できる。

【0034】

【実施例】

(第1の実施例) 図1は、本発明の第1の実施例に係わるOFDM伝送方式を説明するためのもので、OFDMシンボルのキャリア数がN、1フレームのOFDMシンボル数がMの場合の伝送フレームフォーマットを示している。すなわち、この実施例では、1フレームは周波数方向および時間方向にN×M個のシンボルデータにより構成される。

【0035】図1において、フレームの1番目の時間スロットでは、全キャリアとも振幅が零(0)のOFDMシンボルが伝送される。これは、ヌルシンボルと呼ばれ、受信装置における同期用の基準シンボルとして用いられる。2番目の時間スロットでは、各キャリアの位相および振幅が既知である基準OFDMシンボルが伝送される。これは、受信装置において同期用の基準シンボルとして用いられるとともに、各キャリアの位相および振幅を復調するための基準信号として利用される。3番目以降の時間スロットでは、多値QAMシンボルを主とする情報シンボルが伝送される。

【0036】ところで、上記3番目以降の情報シンボル領域では、図1に示すごとく多値QAMシンボルに混じって、周波数方向および時間方向に所定の間隔でQPSKシンボルが配置される。QPSKシンボルの時間間隔および周波数間隔は、伝送路のコヒーレンス時間およびコヒーレンス帯域幅を考慮して設定される。

【0037】一方、上記のような伝送フォーマットのOFDM変調波信号を受信する側では、基準シンボルを受信した時点で各キャリアの振幅および位相がわかるので、それ以降はこれら振幅および位相を基準にして情報シンボルの復調を行なう。しかし、フェージング伝送路では、受信波の振幅および位相は時間的および周波数的に変動する。そこで、この振幅および位相の変動量を、上記情報シンボル中に周期的に含まれるQPSKシンボルにより検出する。QPSKシンボルは、振幅が一定でありかつ90°間隔で4つの位相を表わす。このため、QPSKシンボルが伝送される間隔で受信波の位相変化が±45°以内であれば、振幅および位相の変動量の検出が可能である。また、QPSKシンボルが伝送されない時間スロットおよび周波数スロットについては、QPSKシンボルの検出結果を時間方向および周波数方向に

補間する。

【0038】受信側では、以上のようにして求めた振幅および位相の変動量を用いて基準シンボルの検出結果を補正する。そして、この補正した基準シンボルの検出結果に基づいて各時間スロットおよび周波数スロットの情報シンボルを復調する。

【0039】次に、以上述べたOFDM伝送方式を適用したOFDM送信装置およびOFDM受信装置について説明する。図2は、OFDM送信装置の要部構成を示す回路ブロック図である。

【0040】同図において、11はマルチプレクサ(MUX)であり、このマルチプレクサ11には情報シンボルデータとして多値QAMシンボルおよびQPSKシンボルが入力される。ここでQAMシンボルおよびQPSKシンボルは、それぞれ例えば階層化された情報データ中の高階層データおよび低階層データを伝送する。ヌルシンボル発生器12は、各キャリアの振幅が零(0)のヌルシンボルデータを発生し、マルチプレクサ11に入力する。基準シンボル発生器13は、各キャリアの振幅および位相の基準となる基準シンボルデータを発生し、マルチプレクサ11に入力する。マルチプレクサ11は、上記入力された情報シンボルデータとしてのQAMシンボルおよびQPSKシンボルと、ヌルシンボルデータと、基準シンボルデータとを多重化し、これにより先に図1に示した伝送フレームを構成する。

【0041】マルチプレクサ11から出力された多重化シンボルデータは、逆高速離散フーリエ変換(IFFT)回路14に入力される。IFFT回路14は、N個のシンボルデータに対してIFFT演算を行なうことにより、ベースバンドのOFDM変調波信号を生成する。そして、このIFFT回路14で生成されたOFDM変調波信号はガード期間付加回路15に入力される。このガード期間付加回路15では、マルチパス妨害の影響を低減するために、OFDMシンボルの後半部分がガード期間としてシンボルの前にコピーされる。このガード期間付加回路15から出力されたOFDM変調波信号は、直交変調器16により所定周波数のキャリアで直交変調されたのち、ディジタル/アナログ(D/A)変換器17でアナログ信号に変換され、しかるのち周波数変換器18により所定のキャリア周波数に周波数変換されて送信される。

【0042】なお、19はタイミング回路であり、このタイミング回路19では図示しないクロック発生回路から供給されたクロック信号に同期して上記各回路の動作に必要なクロックおよびタイミング信号が生成される。

【0043】このような構成であるから、マルチプレクサ11において、各フレームごとに情報シンボル領域にQAMシンボルに混じってQAMシンボルが周期的に挿入された伝送フレームが構成され、この伝送フレームがOFDM変調されたのちキャリア周波数にアップコンバ



ートされて送信される。

【0044】一方、図3はOFDM受信装置の要部構成を示す回路ブロック図である。同図において、送信装置から無線伝送路を介して到来した無線変調波信号は、周波数変換器21で所定の中間周波数に周波数変換されたのち、アナログ／デジタル(A/D)変換器22によりデジタル信号に変換されて、直交検波器23に入力される。この直交検波器23は、入力された中間周波のOFDM変調波信号を再生キャリアで直交検波し、ベースバンドのOFDM変調波信号を出力する。

【0045】自動周波数制御(AFC)回路25は、上記直交検波器23から出力されたOFDM変調波信号の周波数を基に再生キャリアの周波数誤差を検出し、再生キャリア周波数を制御するための信号を生成する。そして、この周波数制御信号を直交検波器23に帰還し、これにより直交検波器23内で発生される再生キャリア周波数を可変制御することによりキャリア同期を達成している。また、上記直交検波器23から出力されたOFDM変調波信号はタイミング再生回路26にも入力される。このタイミング回路26は、上記OFDM変調波信号に含まれる基準シンボルを基に、シンボル同期信号およびフレーム同期信号などのタイミング信号を再生するとともにクロックを再生し、これらのタイミング信号およびクロックを受信装置内の各回路に供給する。またそれとともに、OFDMシンボルの有効シンボル部を示すFFTウィンドウを生成し、これを高速離散フーリエ変換(FFT)回路24に供給する。

【0046】FFT回路24は、上記タイミング回路26から供給されたFFTウィンドウに応じて、前記直交検波器22から出力されたOFDM変調波信号中のOFDMシンボルの有効シンボル部に対してFFT演算を行なう。このFFT演算により各キャリアの振幅および位相を表わす複素データが得られる。この複素データはメモリ27に入力される。このメモリ27では、伝送フレームの情報シンボル領域の中でQPSKシンボルを含む所定の領域が保持される。これは、後述するQPSKシンボルを基に伝送路の振幅および位相の変動量を検出して、その検出結果を時間方向および周波数方向に補間することによりQPSKシンボルが伝送されない部分の変動量を求めるためである。上記メモリ27から読み出された情報シンボルは等化回路31に入力され、この等化回路31において等化処理が行なわれる。

【0047】また、上記FFT回路24から出力された複素データは、基準シンボル誤差検出器28にも入力される。この基準シンボル誤差検出器28では、受信した基準シンボルと基準シンボル発生器29から発生された基準シンボルとが比較され、これにより各キャリアの振幅誤差および位相誤差が検出される。この基準シンボル誤差検出器28で検出された各キャリアの振幅誤差および位相誤差は補正回路30に供給されて保持される。な

お、上記基準シンボル発生器29では、伝送フレームの2番目の時間スロットにて伝送されたN個の基準シンボルデータが発生される。

【0048】ところで、本実施例の受信装置は、QPSKシンボル誤差検出器32と、補間回路33と、補正回路30とを備えている。QPSKシンボル誤差検出器32は、等化回路31から出力されたシンボルデータ中に含まれるQPSKシンボルの、本来の振幅値および位相値からのずれを検出する。これらの検出値はフェージングによる受信波の振幅および位相の変動量を表わす。

【0049】補間回路33は、メモリ27に保持された情報シンボル領域の中でQPSKシンボルが伝送されていないスロットについて、QPSKシンボル誤差検出器32の出力を補間する。これにより、メモリ27に保持されたすべての時間スロットおよび周波数スロットについて、基準シンボル受信時点からの振幅および位相の変動量が検出される。

【0050】補正回路30は、基準シンボルにより検出された振幅誤差信号および位相誤差信号を、上記補間回路33による補間データを基に補正する。そして、この補正した振幅誤差信号および位相誤差信号を上記等化回路31に供給し、これらの誤差信号を基に上記メモリ27に保持された情報シンボルの等化を行なわせる。

【0051】等化回路31から出力されたシンボルデータは、メモリ34に一時保持されたのちデマルチプレクサ35に供給される。デマルチプレクサ35は、ヌルシンボルおよび基準シンボルを除いて、QAMシンボルおよびQPSKシンボルを分離して出力する。

【0052】このような構成であるから、直交検波器23およびFFT回路24から復調された1フレーム目のシンボルデータが出力されたとする。そうすると、この1フレームのシンボルデータのうち先ず最初のデータ領域がメモリ27に保持される。またこのとき基準シンボル誤差検出器28では、上記復調されたシンボルデータ中の基準シンボルと本来の基準シンボルとが比較されて、これにより各キャリアの振幅誤差および位相誤差が検出され、その振幅誤差信号および位相誤差信号が補正回路30を介して等化回路31に供給される。このため等化回路31では、この供給された振幅誤差信号および位相誤差信号を基に、上記メモリ27に保持された最初のデータ領域のシンボルデータの等化が行なわれる。

【0053】この等化回路31から等化されたシンボルデータが出力されると、QPSKシンボル誤差検出器32では上記シンボルデータ中のQPSKシンボルについて本来の振幅値および位相値からのずれが検出される。すなわち、フェージングによる受信波の振幅および位相の変動量が検出される。そして、この変動量の検出値を基に、補間回路33において上記メモリ27に保持されたデータ領域中のQAMシンボルについての振幅および位相の変動量の補間が行なわれる。これにより、メモリ

13

27に保持されたデータ領域のすべての時間スロットおよび周波数スロットについて、基準シンボル受信された時点からの振幅および位相の変動量が検出される。

【0054】そうして各スロットの振幅および位相の変動量が検出されると、補正回路30において、先に基準シンボル誤差検出器28で検出された各キャリアの振幅誤差および位相誤差が上記振幅および位相の変動量の検出値を基に補正され、この補正された振幅誤差信号および位相誤差信号が等化回路31に供給される。したがって等化回路31では、メモリ27に保持されていた最初

のデータ領域のすべてのスロットが上記振幅誤差信号および位相誤差信号を基に等化処理される。

【0055】そしてこの等化された上記最初のデータ領域のシンボルデータは、メモリ34を介してマルチプレクサ35に入力され、ここでヌルシンボルおよび基準シンボルが除かれたのち、QAMシンボルおよびQPSKシンボルが分離されて後段の信号処理回路に供給される。

【0056】以後、メモリ27に復調シンボルデータの次のデータ領域が保持されるごとに、以上述べた等化制御が繰り返行なわれる。なお、これらの等化制御では、それぞれ先行するデータ領域に対する等化制御においてその最後の時間スロットで得られた補正回路30の出力を初期値として等化制御が行なわれる。

【0057】したがって、このような受信装置を用いれば、伝送フレームの情報シンボルデータ領域中に周期的に挿入された複数のQPSKシンボルにより受信波の振幅変動および位相変動が検出され、この検出結果を基に基準シンボルにより検出された各キャリアの振幅誤差および位相誤差が補正されて、復調シンボルデータの波形等化が行なわれる。このため、伝送フレーム中に多くの基準シンボルが挿入されていなくても、フェージングによる振幅変動および位相変動を正確に補正することができる。

【0058】すなわち本実施例では、送信装置において、OFDM伝送フレームを生成して送信する際に、フレームの先頭部分にのみヌルシンボルおよび基準シンボルを配置し、情報シンボルデータ領域には時間方向および周波数方向にそれぞれ一定の間隔でQPSKシンボルを配置して送信する。一方受信装置においては、上記伝送フレームの先頭部分に配置された基準シンボルにより各キャリアの振幅誤差および位相誤差を検出し、かつ各QPSKシンボルにより受信波の振幅変動および位相変動を検出してその検出結果を基に上記基準シンボルにより検出された各キャリアの振幅誤差および位相誤差を補正して、この補正した振幅誤差信号および位相誤差信号を基に、復調シンボルデータを等化するようにしている。

【0059】したがって本実施例によれば、伝送フレームの情報シンボルデータ領域中には基準シンボルを何ら

14

挿入しなくても、フェージングによる復調シンボルデータの振幅変動および位相変動を確実に等化して、情報シンボルデータを正確に再生することができる。このため、情報シンボルデータ領域のすべてを情報伝送のために使用することが可能となり、これにより情報伝送効率を高めることができる。すなわち、移動通信システムのようにフェージングが発生する伝送路を使用する場合でも、高品質でかつ伝送効率の高い情報伝送を実現することができる。

【0060】また、送信装置ではQPSKシンボルを一定の間隔で挿入して送信し、受信装置ではこれらのQPSKシンボルにより検出された振幅変動および位相変動を基に、QAMシンボルの振幅変動および位相変動を補間するようにしている。このため、すべての情報シンボルについて最適な等化を行なうことが可能となる。また多値QAMによる高レートの伝送を維持することができる。

【0061】(第2の実施例) 本実施例は、前記第1の実施例で説明したOFDM伝送方式をさらに改良したもので、情報シンボルデータ領域に一定の時間間隔および周波数間隔で配置されるQPSKシンボルを差動符号化して伝送するようにしたものである。

【0062】図4および図5は、本実施例に係わるOFDM伝送方式を適用した伝送フレームフォーマットを示したものである。先ず図4のOFDM伝送方式は、フレームの2番目の時間スロットの基準シンボルを差動符号化の基準として、情報シンボルデータ領域の各QPSKシンボルを図中矢印に示す時間方向に順次差動符号化して伝送するものである。この伝送方式は、伝送路特性の時間的な変動が小さい場合に有利な方式である。

【0063】一方、図5のOFDM伝送方式は、周波数が最も低いキャリアで伝送される基準シンボルを差動符号化の基準として、情報シンボルデータ領域の各QPSKシンボルを図中矢印に示す周波数方向に差動符号化して伝送するものである。この伝送方式は、伝送路特性の周波数的な変動が小さい場合に有利な方式である。

【0064】これらの方式以外にも、QPSKシンボルの配置および伝送路の特性に応じて、様々な差動符号化が考えられる。図9は、以上述べたQPSKシンボルを差動符号化して伝送する方式を適用したOFDM送信装置の構成を示す回路ブロック図である。なお、同図において前記図2と同一部分には同一符号を付して詳しい説明は省略する。

【0065】マルチプレクサ11とIFFT回路14との間には、メモリ41を前段に配置した差動符号化器42が介挿してある。メモリ41には、マルチプレクサ11から出力された多重化シンボルデータが差動符号化のために一旦記憶される。差動符号化器42は、上記メモリ41から読み出した多重化シンボルデータ中のQPSKシンボルを、基準シンボルを基準にして時間方向また

は周波数方向に差動符号化する。

【0066】このような送信装置を使用することにより、各フレームの情報シンボルデータ領域に配置される各QPSKシンボルは、差動符号化されて送信されることになる。したがって、このような伝送フレームを受信する受信装置では、上記QPSKシンボルを遅延検波器を用いて復調することが可能となり、これによりQPSKシンボルだけを受信する簡易形の受信装置を実現できる。

【0067】(第3の実施例) 本実施例は、QAMシンボルおよびQPSKシンボルにより階層化されたデータまたは独立したデータを伝送する場合に、QPSKシンボルを差動符号化して送信することにより、QPSKシンボルだけを受信する簡易型の受信装置を実現するようにしたものである。

【0068】図7は、本実施例に係わるOFDM伝送方式を適用した受信装置の構成を示す回路ブロック図である。なお、同図において前記図3と同一部分には同一符号を付して詳しい説明は省略する。

【0069】すなわち、FFT回路24から出力された複素データからなるシンボルデータは、メモリ51に一旦記憶されたのち遅延検波器52に入力される。この遅延検波器52では、上記メモリ51に記憶されたシンボルデータ中のQPSKシンボルについて、差動符号化された順番で現在のシンボルと一つ前のシンボルにより遅延検波が行なわれる。そして、この遅延検波器52から出力されたシンボルデータはデマルチプレクサ35に入力され、ここでQPSKシンボルの復調結果だけが選択出力される。

【0070】この様にQAMシンボルとQPSKシンボルとに互いに独立したデータを乗せかつQPSKシンボルを差動符号化して伝送することにより、受信側では上記差動符号化QPSKシンボルのみを遅延検波により復調する簡易形の受信装置を構成することができる。この種の受信装置としては例えばページャが考えられる。

【0071】(第4の実施例) 本実施例は、OFDM受信装置において、QPSKシンボルの位相変動の検出結果を基に再生キャリアの周波数制御信号を生成し、この周波数制御信号を直交検波器に帰還することにより、再生キャリア周波数を可変制御するようにしたものである。

【0072】図8は、本実施例に係わるOFDM受信装置の構成を示す回路ブロック図である。なお、同図において前記図3と同一部分には同一符号を付して詳しい説明は省略する。

【0073】図8において、QPSKシンボル誤差検出器61により検出された位相誤差信号は平均化回路62に入力され、この平均化回路62で平均化される。そして、この平均化回路62から出力された信号は、加算器63でAFC回路25から出力された信号に加算されて

周波数制御信号となり、直交検波器23の局部発振器に入力される。このため、再生キャリア周波数は、AFC回路25により生成される周波数検出情報だけでなく、QPSKシンボルの位相変動によっても制御されることになる。

【0074】ここで、QPSKシンボルの位相変動は、伝送路の変動によって生じるだけでなく、再生キャリアの周波数誤差によっても生じる。フェージングによる位相の変化はランダムであるが、キャリアの周波数誤差による位相の変化は全キャリアで一定である。したがって、図8に示したようにQPSKシンボル誤差検出器61により得られた位相誤差信号を平均化回路62で平均化することにより、再生キャリアの周波数誤差を検出することができる。そして、この周波数誤差を表わす信号をAFC回路25の出力信号に加算して直交検波器23に供給することにより、再生キャリアのより正確な周波数同期が達成できる。

【0075】(第5の実施例) 本実施例は、先に第3の実施例として述べたQPSKシンボルだけを受信する簡易型の受信装置において、復調されたQPSKシンボルの位相変動を基に再生キャリアの周波数制御信号を生成し、この周波数制御信号を直交検波器に帰還することにより、再生キャリア周波数を可変制御するようにしたものである。

【0076】図9は、本実施例に係わるOFDM受信装置の構成を示す回路ブロック図である。なお、同図において前記図7と同一部分には同一符号を付して詳しい説明は省略する。

【0077】図9において、遅延検波器の出力は分岐して周波数誤差検出回路71に入力される。周波数誤差検出回路71は、時間方向に遅延検波されたQPSKシンボルを用いて位相の時間的変化を検出する。周波数誤差検出回路71の出力は、平均化回路72で平均化されたのち、加算器73でAFC回路25の出力に加算されて直交検波器23に供給される。

【0078】このように構成したことにより、遅延検波されたQPSKシンボルの位相変動より再生キャリアの周波数変動が検出され、その検出結果を基に再生キャリアの周波数が補正される。したがって、再生キャリアの正確な周波数同期が達成できる。

【0079】(その他の実施例) 本発明のOFDM伝送方式は、他に次のような各種実施例が考えられる。図10～図14はそれぞれその伝送フレームフォーマットを示すものである。

【0080】先ず図10に示す方式は、QPSKシンボルを伝送するキャリアの位置は前記第1の実施例(図1)と同一であるが、QPSKシンボルの位置を時間方向にずらしながら伝送するようにしたものである。この方式によれば、1つの時間スロットあたりのQPSKシンボル数は少なくなるが、全ての時間スロットでQPS

Kシンボルが伝送される。したがって、伝送路特性の変動が周波数方向に小さく時間方向に大きい場合に、伝送路特性の変動を良好に検出することができる。

【0081】次に図11に示す方式は、QPSKシンボルを伝送する時間スロットの位置は前記第1の実施例（図1）と同じであるが、QPSKシンボルの位置を周波数方向にずらしながら伝送するようにしたものである。この方式によれば、1つの周波数スロットについてみたときのQPSKシンボル数は少なくなるが、全ての周波数スロットでQPSKシンボルが伝送される。したがって、伝送路特性の変動が時間方向に小さく周波数方向に大きい場合に、伝送路特性の変動を良好に検出することができる。

【0082】なお、図10の方式では全ての時間スロットでQPSKシンボルを伝送し、図11の方式では全ての周波数スロットでQPSKシンボルを伝送する場合について説明したが、伝送路特性に応じて両者の中間の方式を採用してもよい。

【0083】一方、図12に示す方式は、各QPSKシンボルを時間方向および周波数方向にそれぞれ等間隔で配置する点は前記第1の実施例（図1）と同じであるが、所定のキャリアにおいてのみQPSKシンボルを時間方向に連続して伝送するようにしたものである。

【0084】この方式を使用してフレームを伝送すると、受信装置では所定のキャリアにおいてQPSKシンボルの時間的な変化を連続して検出することができる。このため、前記第1の実施例（図1）よりもさらに正確に伝送路特性の変動を検出することが可能となる。また、受信装置において再生キャリアの周波数誤差がある場合、一定のキャリアで時間方向にみたときに復調出力の位相回転が生じる。したがって、図12に示すように所定の周波数スロットで連続的にQPSKシンボルを伝送することにより、再生キャリアの周波数誤差を前記第1の実施例よりもさらに正確に検出することが可能となる。

【0085】また図13に示す方式は、先に述べた図10の方式において、所定のキャリアではQPSKシンボルを時間方向に連続して伝送するようにしたものである。この方式においても、前記図12で述べた方式と同様に再生キャリアの周波数誤差をより正確に検出することができる。

【0086】さらに図14に示す方式は、先に述べた図11の方式において、所定のキャリアではQPSKシンボルを時間方向に連続して伝送するようにしたものである。この方式においても、前記図12で述べた方式と同様に再生キャリアの周波数誤差をより正確に検出することができる。

【0087】なお、本発明は上記各実施例に限定されるものではない。例えば、上記各実施例では、情報シンボルとしてQPSKシンボルと多値QAMシンボルを用い

た場合について説明したが、伝送路の条件に応じてQPSKシンボルの代わりに8PSK、16PSKなどのその他のPSKシンボルを用いてもよい。また、多値QAMシンボル以外にもその他の変調方式や複数の変調方式を用いることが可能である。

【0088】その他、1伝送フレームを構成する時間スロット数および周波数スロット数や、送信装置および受信装置の構成等についても、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。

10 【0089】

【発明の効果】以上詳述したように本発明のOFDM伝送方式では、送信側において、時間方向および周波数方向に複数のスロットを二次元的に配置してなる伝送フレームを構成し、この伝送フレームの限定された所定のスロットに基準シンボルを挿入して送信するとともに、その他のスロットに少なくともPSK変調方式を含む複数のディジタル変調方式により変調された複数の情報シンボルを前記各ディジタル変調方式に応じて予め定めた位置関係で挿入して送信し、一方受信側において、受信した伝送フレーム中の前記PSKシンボルを基に受信信号の振幅および位相の変動を検出して、この検出結果を基に前記伝送フレーム中の基準シンボルを補正し、この補正した基準シンボルを基に情報シンボルを復調するようにしている。

【0090】したがって本発明によれば、フェージング等の影響を受けても受信側で多値変調シンボルを確実に復調でき、しかも基準データの伝送量を低減してデータ伝送効率の向上を図ることができる、移動通信システムに好適な直交周波数分割多重伝送方式とその送信装置および受信装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係わるOFDM伝送方式を示す伝送フレームフォーマット図。

【図2】本発明の第1の実施例に係わるOFDM伝送方式を適用した送信装置の要部構成を示す回路ブロック図。

【図3】本発明の第1の実施例に係わるOFDM伝送方式を適用した受信装置の要部構成を示す回路ブロック図。

40 【図4】本発明の第2の実施例に係わるOFDM伝送方式を示す伝送フレームフォーマット図。

【図5】本発明の第2の実施例に係わるOFDM伝送方式を示す伝送フレームフォーマット図。

【図6】本発明の第3の実施例に係わるOFDM伝送方式を適用した送信装置の要部構成を示す回路ブロック図。

【図7】本発明の第3の実施例に係わるOFDM伝送方式を適用した受信装置の要部構成を示す回路ブロック図。

50 【図8】本発明の第4の実施例に係わるOFDM伝送方

19

20

式を適用した受信装置の要部構成を示す回路ブロック図。

【図9】本発明の第5の実施例に係わるOFDM伝送方式を適用した受信装置の要部構成を示す回路ブロック図。

【図10】本発明の他の実施例に係わるOFDM伝送方式を示す伝送フレームフォーマット図。

【図11】本発明の他の実施例に係わるOFDM伝送方式を示す伝送フレームフォーマット図。

【図12】本発明の他の実施例に係わるOFDM伝送方式を示す伝送フレームフォーマット図。

【図13】本発明の他の実施例に係わるOFDM伝送方式を示す伝送フレームフォーマット図。

【図14】本発明の他の実施例に係わるOFDM伝送方式を示す伝送フレームフォーマット図。

【図15】従来のOFDM伝送方式を説明するための図。

【符号の説明】

11…マルチプレクサ (MUX)

12…ヌルシンボル発生器

13…基準シンボル発生器

14…逆高速離散フーリエ変換 (IFFT) 回路

15…ガード期間付加回路

16…直交変調器

17…デジタル/アナログ (D/A) 変換器

18, 21…周波数変換器

19…タイミング発生回路

22…アナログ/デジタル (A/D) 変換器

23…直交検波器

24…高速離散フーリエ変換 (FFT) 回路

25…自動周波数制御 (AFC) 回路

26…タイミング再生回路

27…等化処理用のメモリ

28…基準シンボル誤差検出器

29…基準シンボル発生器

30…補正回路

31…等化回路

32, 61…QPSKシンボル誤差検出器

33…補間回路

34…シンボル分離処理用のメモリ

35…デマルチプレクサ

41…差動符号化用のメモリ

42…差動符号化器

51…遅延検波用のメモリ

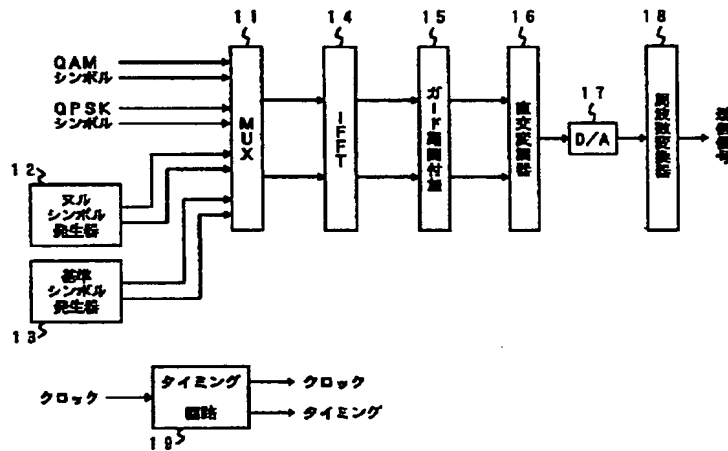
52…遅延検波器

62, 72…平均化回路

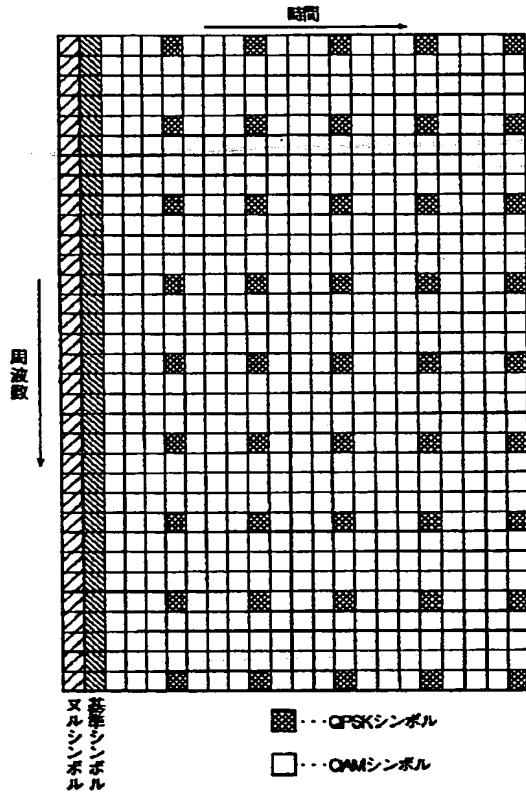
63, 73…加算器

71…周波数誤差検出回路

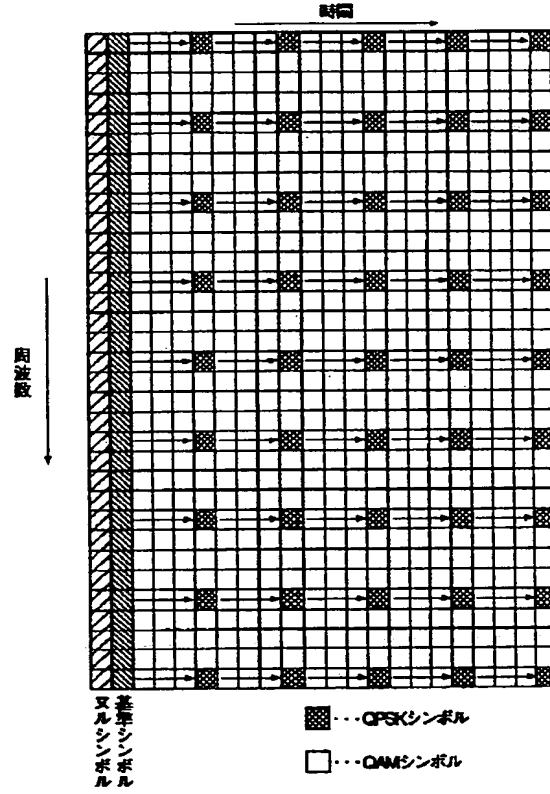
【図2】



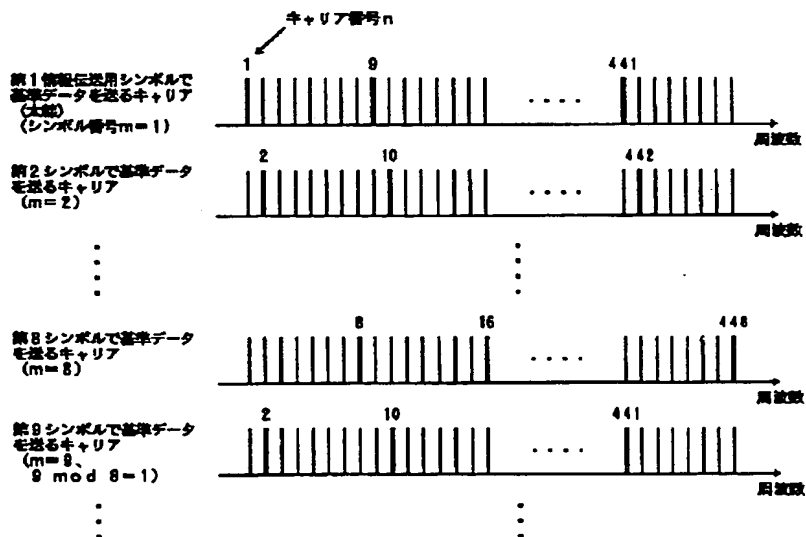
【図1】



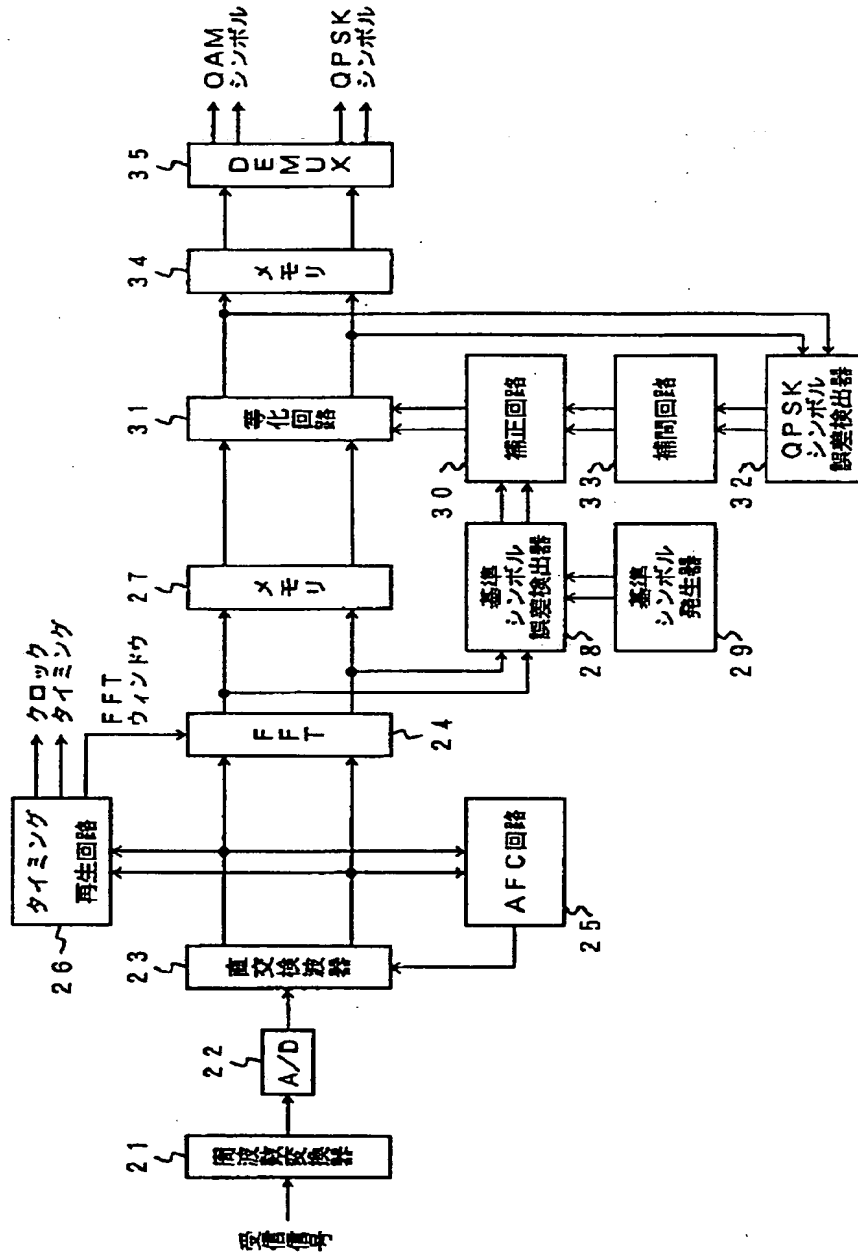
【図4】



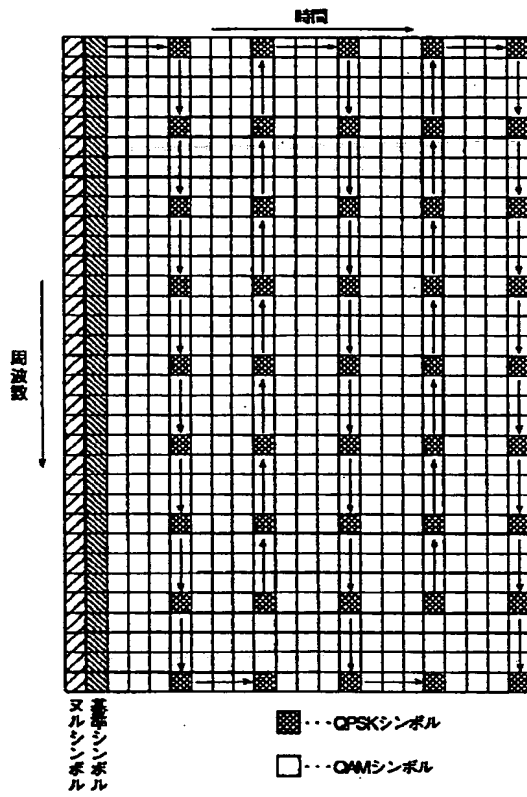
【図15】



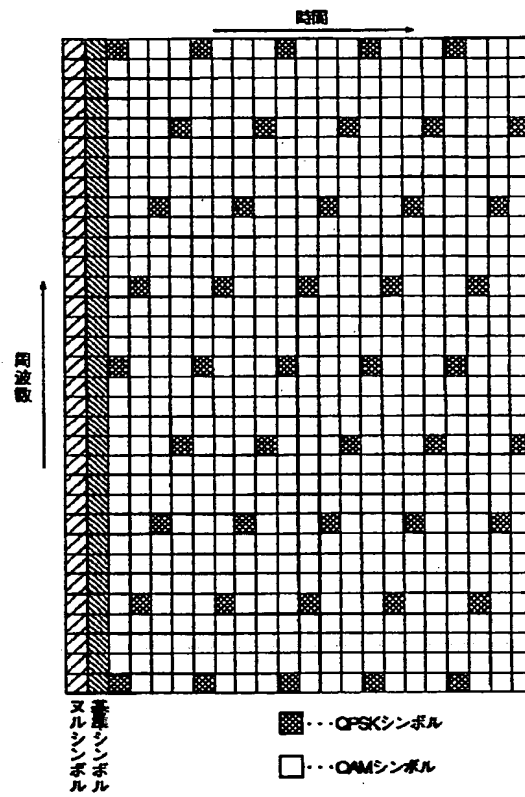
【図3】



【図5】

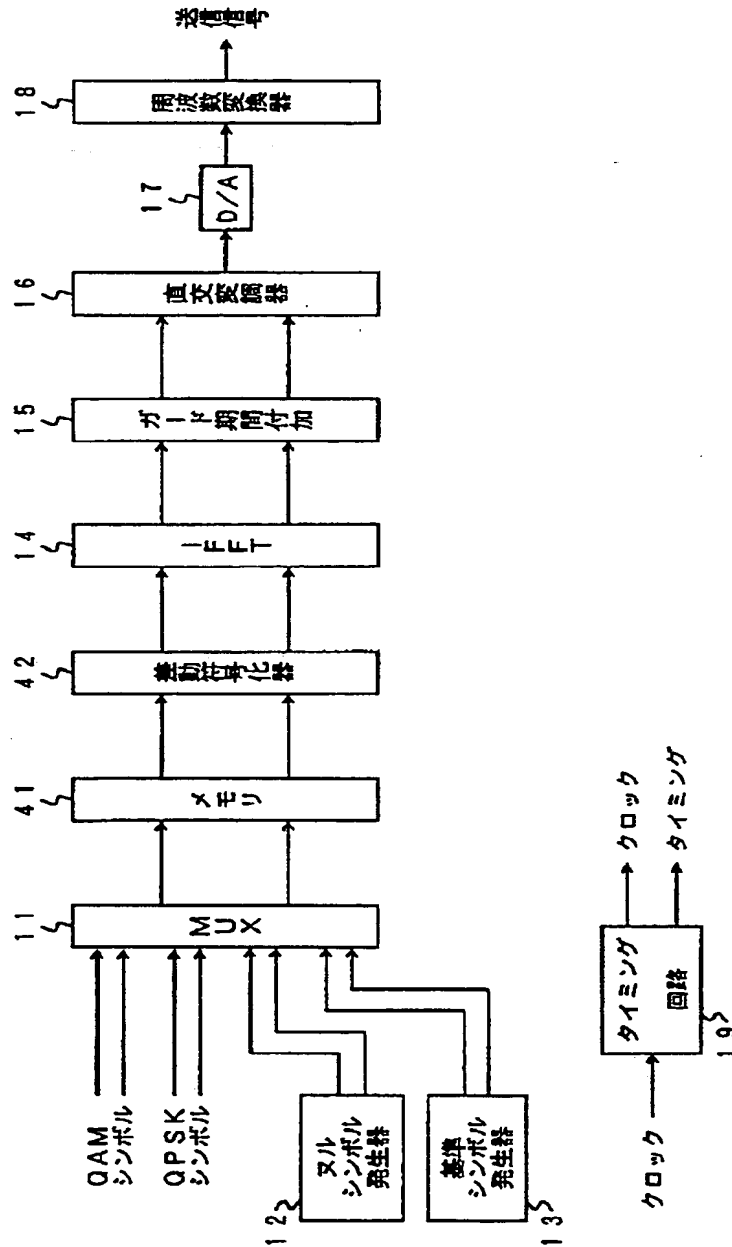


【図10】

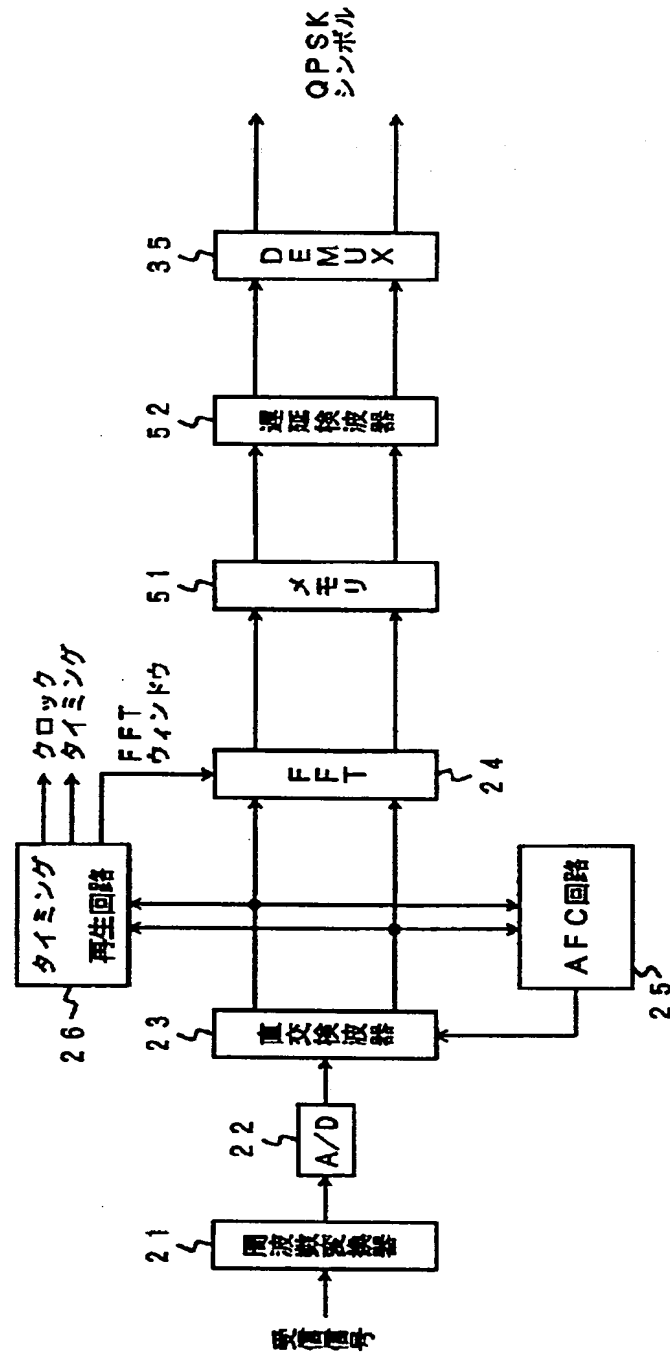




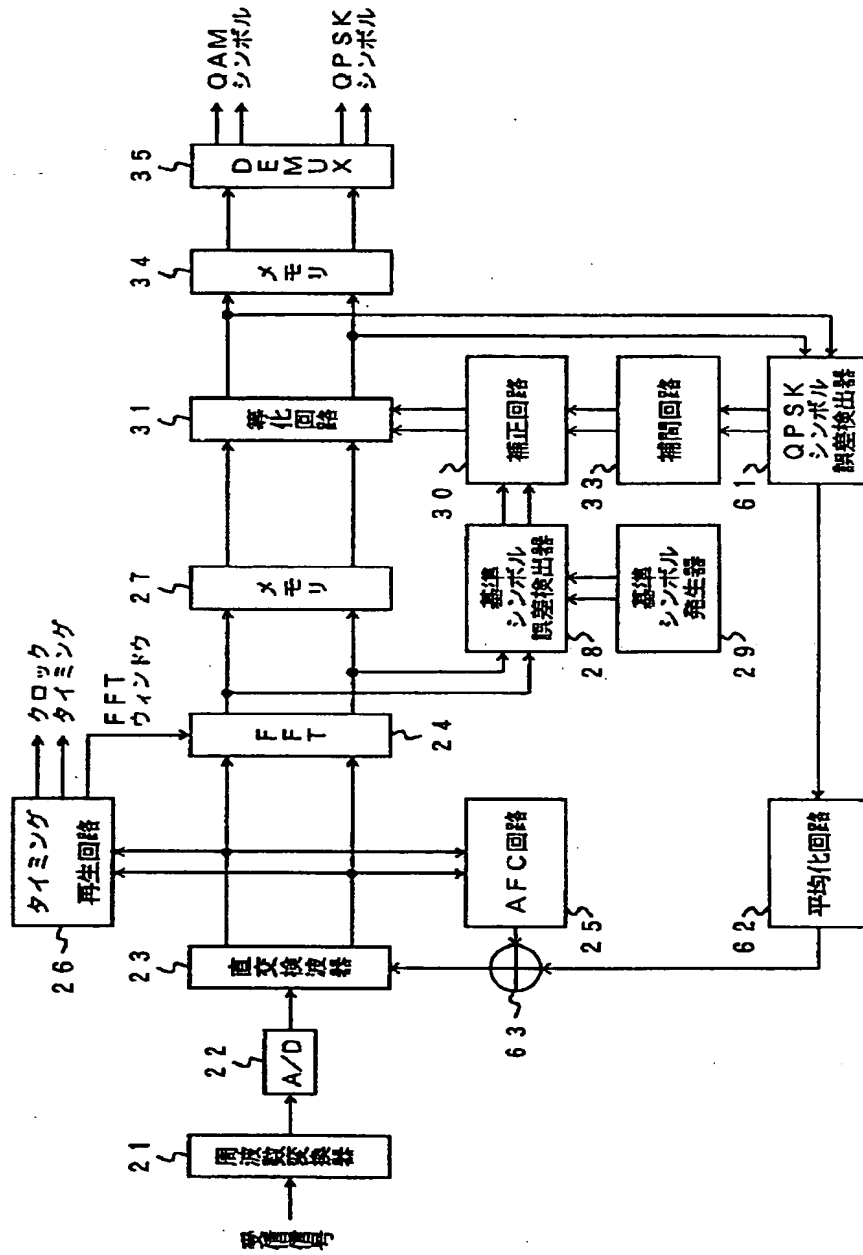
【図6】



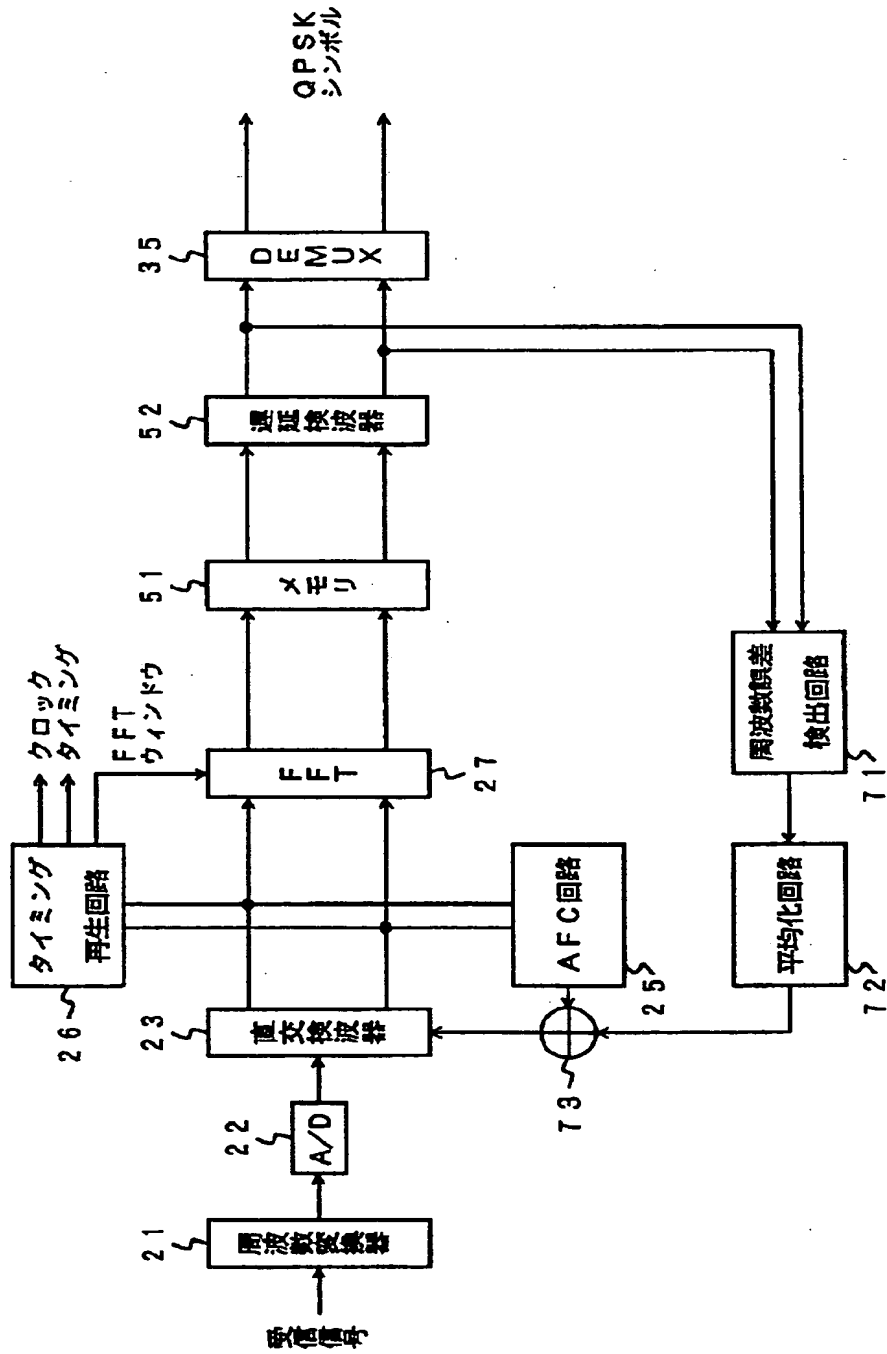
【図7】



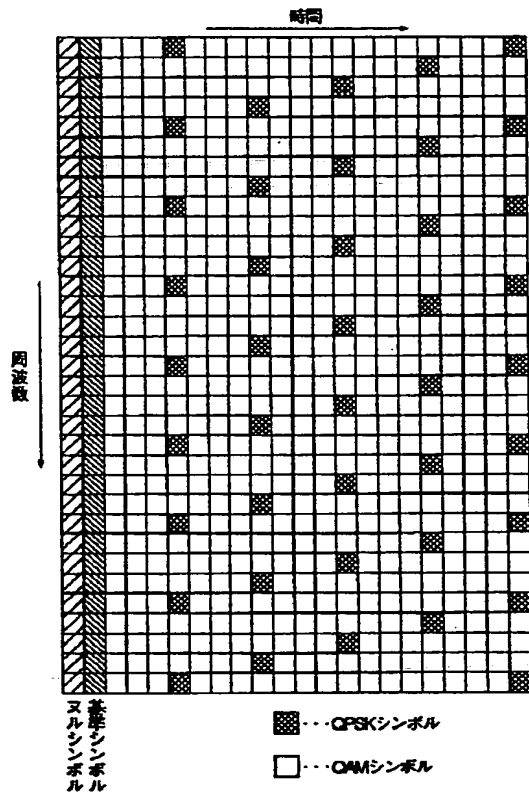
【図8】



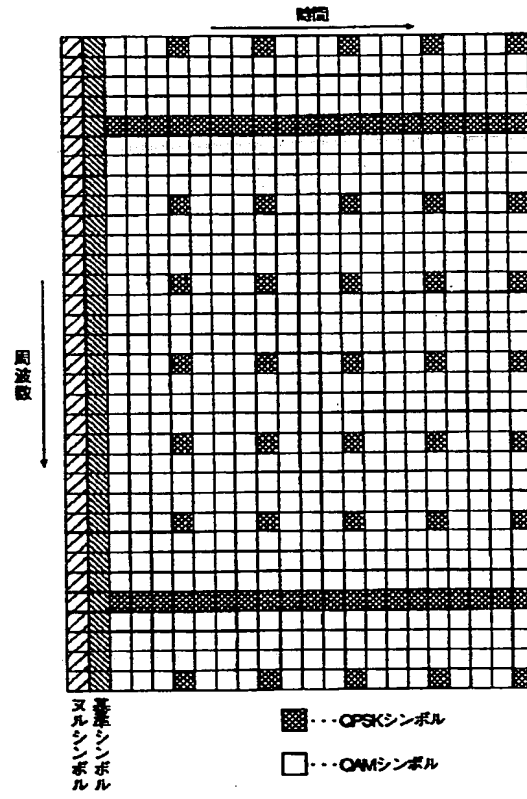
【図9】



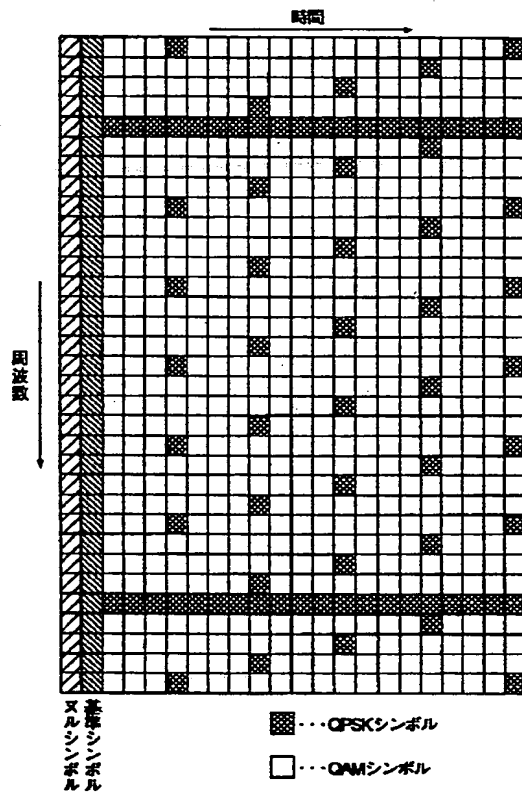
【図11】



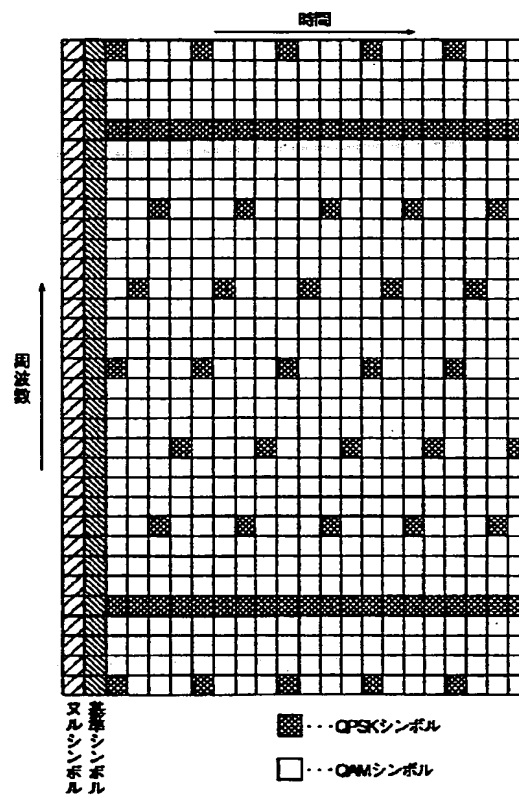
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 沖田 茂  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝マルチメディア技術研究所内

(72)発明者 石川 達也  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝マルチメディア技術研究所内